

Технология добычи высоковязкой нефти с использованием долговременного акустического воздействия

П.Н. Гуляев

начальник отдела новых технологий¹
pgulyaev@pitc.ru

Е.В. Соснина

инженер-геофизик отдела новых технологий¹
esosnina@pitc.pnsh.ru

¹ООО «ПИТЦ «Геофизика», Пермь, Россия

Долговременное Акустическое Воздействие (ДАВ) в интервале перфорации позволяет с минимальными затратами и ущербом для подземной формации добиться восстановления фильтрационных свойств продуктивного пласта. Продолжительность работы ДАВ в течение всего межремонтного периода работы скважины. Работоспособность, надежность и эффективность этой технологии подтверждены результатами опытно-промышленных работ в низкодебитных скважинах Шумовского месторождения высоковязкой нефти –кратно увеличивается добыча нефти за счет предотвращения ухудшения проницаемости призабойной и удаленной зон пласта, увеличения безремонтной эксплуатации скважины до трех лет.

Материалы и методы

Долговременное акустическое воздействие.

Ключевые слова

добыча высоковязкой нефти, долговременное акустическое воздействие, ДАВ

Использование физических методов в целях повышения нефтеотдачи добывающих и приемистости нагнетательных скважин является одним из наиболее перспективных направлений промышленной геофизики. Несмотря на постоянно увеличивающееся количество скважин, нуждающихся в проведении специальных мероприятий по восстановлению дебита, можно сказать, что акустическое воздействие (АВ), как один из методов интенсификации работы пластов, востребовано далеко не в полной мере. Подобное осторожное отношение к методу со стороны добывающих организаций вызвано, прежде всего, невозможностью прогнозирования количественного эффекта, а иногда и успешности стимулирования. Таким образом, изучение процессов происходящих при АВ, получение численных оценок и преломление их на экспериментально полученные данные должно, в конечном итоге, очертить границы применимости метода, его преимущества и перспективы использования [8].

Физической основой метода акустического воздействия (АВ) является, многократно доказанная в теоретических публикациях и лабораторных работах, способность порозаполняющего флюида менять свои физико-химические свойства в акустическом поле [4]. Под действием акустического поля происходит расщепление на молекулярном уровне тяжелых фракций углеводородов на более легкие, уменьшение вязкости и увеличение подвижности флюида, разрушение коллоидно-дисперсных коагулирующих структур, устранение капиллярных и граничных скин-эффектов [2, 3, 6]. Рисунок 1 иллюстрирует вынос частиц коагулирующего материала после акустического разрушения пространственной сетки на реальной скважине.

Метод АВ не только экологически чист, но и имеет альтернативы как профилактический метод с целью увеличения срока службы скважин. Для сохранения исходных фильтрационных свойств призабойной зоны пласта нефтяники применяют различные способы

ее очистки, при этом предпочтение отдается методам, которые используют химические реагенты. Метод акустического воздействия на околоскважинное пространство позволяет с минимальными затратами и ущербом для подземной формации добиться восстановления фильтрационных свойств продуктивного пласта, и, поэтому, он имеет несомненные преимущества перед другими методами интенсификации добычи нефти. Результаты гидродинамических исследований, проведенные до и после акустического воздействия, показали, что коэффициент продуктивности увеличивается на 80–300%, проницаемость призабойной зоны возрастает на 80–130%, а проницаемость удаленной зоны пласта на 40–160%, время последействия оценивается от 4 до 18 месяцев [9].

В настоящее время метод акустического воздействия используется, в основном, как метод очистки призабойной зоны пласта одиночной обрабатываемой скважины с продолжительностью АВ не более 24 часов. Сформировавшаяся однобокая тенденция применения акустического воздействия с целью интенсификации только на низкодебитных скважинах, в силу незначительных конечных приростов, не позволяет делать выводы относительно его целесообразности, хотя именно на низкодебитных скважинах нередко отмечается двукратное и более увеличение дебитов после АВ. Работы по АВ, как правило, совмещаются с каким-либо технологическим процессом (ремонт, перфорация, химическая обработка и т. д.), что всегда вызывает затруднение в разделении вклада того или иного процесса в окончательный эффект. Кроме этого, неоправданное ограничение по длительности воздействия, несвоевременное удаление разрушенных коагуляционных структур, нарушения технологии подбора жидкостей глушения после АВ дополнительно приводят к принижению эффективности метода. Все вышеперечисленное приводит к скептицизму производственных специалистов

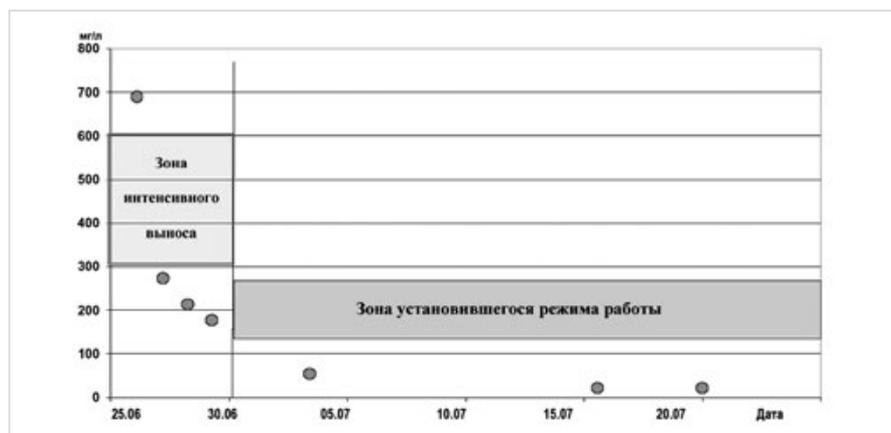


Рис. 1 — Процесс выноса коагулирующего материала после АВ

нефтедобывающих предприятий к этому методу.

В ООО «Пермский инженерно-технический центр «Геофизика» (ООО «ПИТЦ «Геофизика») метод акустического воздействия изначально рассматривался как альтернатива традиционным «вещественным» методам интенсификации нефтедобычи, главным образом кислотным обработкам.

Предпосылками для проведения опытно-производственных работ по Долговременному Акустическому Воздействию, предполагающему непрерывную работу акустического излучателя в перфорированном продуктивном интервале скважины весь межремонтный период, явились результаты работ по АВ, проводившихся в период конец 90-х — начало 2000-х гг. в Пермском Прикамье. Остановимся ненадолго на основных этапах и результатах работ по АВ в тот период времени.

В Пермском Прикамье эффективность акустического воздействия на породы-коллектора и нефти изучена в широком диапазоне изменения их свойств и при различных параметрах акустического поля на примере семи моделей реальных продуктивных отложений Уньвинского, Павловского, Пихтовского, Юрчукского и Ольховского месторождений.

Анализ результатов показал, что независимо от коллекторских свойств пород и вязкости нефтей АВ всегда способствует увеличению значений достигнутых коэффициентов вытеснения на 3,3/4,9–11,2/18,2% (абсолютные/относительные %). Непосредственные измерения фазовой проницаемости по нефти после АВ, проведенные на двух моделях Уньвинского месторождения показали, что даже при 10 минутном воздействии интенсивностью 2,6 Вт/см² повышается проницаемость по нефти на 17%, а после 15 минут воздействия с интенсивностью 2,8 Вт/см² — до 40%. Однако, продолжительность акустического воздействия на указанных месторождениях не превышала нескольких часов (количество циклов было от двух до пяти, время воздействия — от одного до трех часов). Источником акустической энергии (месторождения Уньвинское, Павловское, Пихтовское, Юрчукское) служил магнитострикционный излучатель с частотой 23 кГц и максимально достигнутой интенсивностью 20,0 Вт/см².

На Ольховском месторождении акустическое воздействие применялось с целью увеличения дебитов нефти. Источником акустической энергии служил магнитострикционный излучатель с частотой 8 МГц и интенсивностью 1 Вт/см². АВ проводилось по технологии одновременного создания воздействия на пласт методом свабирования (было проведено три цикла воздействия, общим временем около 40 часов). Эффект от АВ проявился на обеих скважинах, но продержался всего две недели, после чего скважины вышли на прежний режим добычи нефти. Зафиксированная низкая продуктивность скважин, скорее всего, связана со слабыми потенциальными возможностями пластов, а не с кольматацией призабойной зоны.

По результатам выше описанных работ были сделаны следующие выводы:

1. Подбор скважин для проведения АВ, чтобы не дискредитировать сам метод,

следует проводить с учетом самых свежих данных гидродинамических исследований (ГДИ), если таковые отсутствуют, необходимо их провести.

2. Проводить АВ целесообразно только в скважинах, не утративших своих потенциальных возможностей, а снизивших продуктивность за счет кольматации призабойной зоны в процессе эксплуатации (определяется по результатам ГДИ).
3. Не выявлено явной зависимости эффективности АВ от рабочей частоты (десятки кГц или единицы МГц) и мощности (единицы или десятки Вт/см²) скважинных акустических излучателей.
4. Эффективность АВ, в скважине на депрессии выше, чем АВ в скважине, заполненной жидкостью до статического уровня, т.е. эффективность акустического воздействиякратно повышается при создании условий для выноса кольматанта из ПЗП.
5. Самый основной вывод: во время АВ дебит скважины, потенциально не утратившей своих возможностей, всегда повышается, а по окончании постепенно сходит «на нет».

На основании этих выводов, ООО «ПИТЦ «Геофизика» вышло на ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» с обоснованием перспективности добычи нефти скважиной, интервал перфорации которой подвергается постоянному акустическому воздействию, и предложением предоставить комплект аппаратуры для Долговременного Акустического Воздействия (ДАВ), оказать сервисные услуги по запуску его в работу и поддержании наземных частей комплекта в рабочем состоянии весь межремонтный период работы скважины.

Путем более чем трехгодичных переговоров, переписки и совместных технических совещаний стороны, в конце концов, пришли к соглашению, по которому ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» предоставляет скважину для Долговременного Акустического Воздействия, а ООО «ПИТЦ «Геофизика» обязуется безвозмездно воплотить в жизнь свои предложения.

Таким образом, с декабря 2006 года были начаты опытно-промышленные работы по Долговременному Акустическому Воздействию на одной из скважин №XX Шумовского

месторождения.

Краткая характеристика Шумовского месторождения связана с карбонатными породами, залегающими на глубине 550 м. Особенностью разработки сакмарской залежи являются низкие коллекторские свойства, высокая анизотропия пластов и высокая вязкость нефти. Пористость нефтенасыщенных известняков изменяется от 7 до 19%. Проницаемость низкая. Дебиты безводной нефти изменяются от 0,6 до 5,46 т/сут. Нефть имеет плотность 0,913 г/см³ динамическую вязкость (пластовая нефть) 63,0 мПа*с и содержит 3,2% серы. Газонасыщенность нефти 3,5 м³/т.

Скважина №XX, предоставленная для опытно-промышленных работ, была введена в эксплуатацию в июле 1990 года. После проведения цикла соляно-кислотных обработок (СКО) при освоении, скважина заработала со средним дебитом по нефти ~4 т/сут с нулевой обводненностью. Начиная с ноября 1991 года, появилась обводненность продукции до 8%, а с июня 1992 года произошло резкое падение дебита до 0,4 м³/т. В период с 1994 по 2000 года скважина, периодически простаивая, работала с дебитом по нефти, не превышающим 1,0 м³/т, а обводненность к апрелю 2002 года поднялась до 35%. С мая 2002 года по декабрь 2006 года скважина находилась в простое.

В конце декабря 2006 года скважину подвергли комплексной обработке и после проведения свабирования, получена нефть плотностью 0,9 г/см³. Далее, одновременно со сменой насоса, был спущен прибор АВ по технологии «спуска прибора под насос» [7]. В январе 2007 года выполнен пробный запуск прибора АВ на 8 часов, а в феврале 2007 года прибор АВ был запущен в постоянном автоматическом режиме. Прибор проработал полтора года, средний дебит нефти во время работы прибора составил 1,86 т/сут, обводненность уменьшилась с 33% до 28%.

Следующее полтора года скважина работала в обычном режиме, не подвергаясь никакому стороннему воздействию. Средний дебит нефти за данный период составил 1,6 т/сут, обводненность равнялась 29,5%.

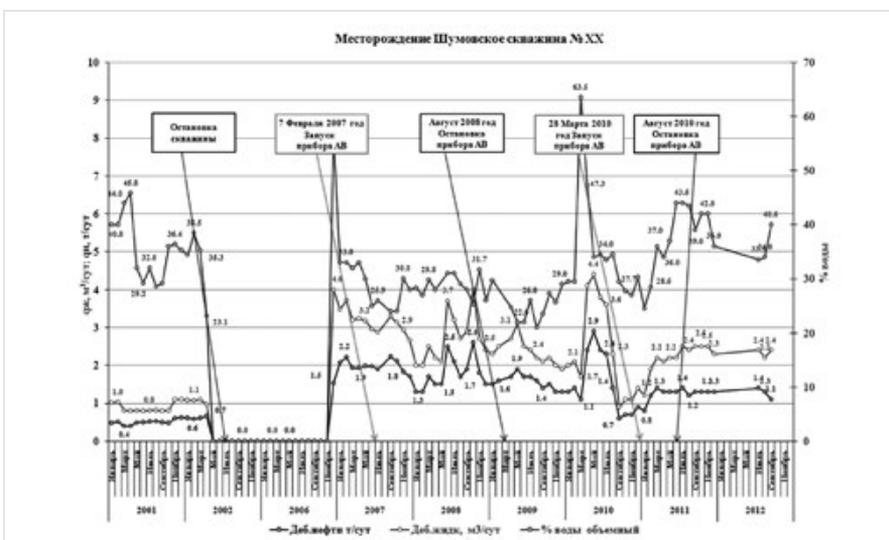


Рис. 2 — Графики работы скважины №XX Шумовского месторождения до-, во время- и после- ДАВ

Дата	04.1993	02.2002	02.2007	07.2007	05.2008	08.2008	02.2009	03.2010	07.2010	08.2010
Ндин, м	480	634	Запуск прибора АВ	562	520	Остановка прибора АВ	519	Запуск прибора АВ	517	Остановка прибора АВ
Ндин, м	420	319		250	387		528		480	
Давление насыщения, МПа	4	4		4	4		4		3.9	
Давление пластовое, МПа	4.79	2.77		3.625	2.571		2.495		1.348	
Давление забойное, МПа	4.49	0.008		1.329	1.503		1.492		0.873	
Давление затр, атм/МПа (до исследования)				1.23	1.03		1.01		0.37	
Давление затр, атм/МПа (после исследования)		0.13		0.22	0.83		2.1		0.46	
Кпрод по жидкости, м ³ (сут*МПа)	2.26	0.379		1.35	2.25		2.19		9.47	
% воды	0.5	39		26	28		31		30	
Дебит жидкости, м ³ /сут	0.67	1.07		3.1	2.4		2.2		4.5	
Дебит нефти, т/сут	0.47	0.58		2.3	1.7		1.5		2.9	
Гидропроводность ПЗП, мкм ² *см/МПа*с		0.785		1.959	3.257					
Проницаемость ПЗП, мкм ²		0.023		0.1227	0.163					

Таб. 1 — Данные гидродинамических исследований в скважине №XX Шумовского месторождения

Результатами проведенных работ в скважине №XX, стал положительный эффект от технологии ДАВ вызвавшийся в более чем трёхкратном увеличении дебита нефти и снизившейся обводненностью на 17%, благодаря этому было принято решение в 2010 году продолжить дальнейшие работы по данной технологии в этой же скважине №XX и в скважине №ХУ.

В конце марта 2010 года в скважину №XX был спущен прибор АВ. Средние показатели добычи, во время работы прибора: обводненность 43%, дебит нефти 2.4 т/сут. С августа 2010 года скважина работает в обычном режиме, со средними показателями: обводненность 36–40%, дебит нефти 1.1–1.3 т/сут.

Скважина № ХУ Шумовского месторождения введена в эксплуатацию в январе 1994г. С введения в эксплуатацию скважина восемь месяцев проработала со средним дебитом по нефти 6.4 т/сут с обводненностью 2%, далее дебит нефти резко упал до 0.5 т/сут и постепенно снижался в течение трех лет. К июлю 1997 года дебит нефти равнялся 0.12 т/сут, обводненность была равна нулю. С августа 1997 года скважина находилась в простое, периодически включаясь в эксплуатацию со средним дебитом по нефти 0.44 т/сут. С июня 2002 года скважина находилась в консервации.

В феврале 2010 года был произведен спуск прибора АВ, с плановой продолжительностью акустического воздействия один год. Средние показатели работы скважины в этот период: обводненность 32%, дебит нефти 3.5 т/сут. В феврале 2013 года на скважине №ХУ Шумовского месторождения проводились работы КРС по «спуску прибора ДАВ под насос».

Опытно-методические работы по эксплуатации скважин №№ XX и ХУ Шумовского месторождения в режиме Долговременного Акустического Воздействия на продуктивный пласт показали высокую эффективность метода.

Реакция пласта на акустическое воздействие проявилась практически сразу после начала работ. Эффект от ДАВ в скважине №XX выразился в увеличении дебита нефти более чем на 350%, с последующим последствием от технологии ДАВ равным 19 месяцев. Период, когда скважина уже воздействию не подвергается, т.к. скваженный прибор ДАВ выработал свой гарантированный годовой ресурс

непрерывной работы. Повторное проведение технологии ДАВ в скважине №XX ознаменовалось еще большими увеличениями дебита нефти, чем при первом проведении, на 150%. Суммарный же эффект на данный момент, от дебитов «до и после» проведения технологии ДАВ, является равным более чем на 500%. А в скважине № ХУ эффект от технологии ДАВ, выразился в увеличении дебита нефти более чем на 800%. На рисунке 2 приведены графики работы скважины №XX в период с января 2001 года по сентябрь 2012 года. В таблице 1 приведены данные ГДИ в скважине №XX.

Таким образом, можно констатировать, что опытно-промышленные работы показали достаточно высокую эффективность применения технологии ДАВ, за все время проведения технологии удалось дополнительно добыть более XXXт.* нефти.

Очевидна заинтересованность нефтедобывающих предприятий в разработке и использовании подобных технологий, позволяющих повысить нефтеотдачу продуктивных пластов без применения трудоемких и дорогостоящих вещественных методов. Это такие преимущества «полевого» геофизического воздействия на геосреду перед традиционными вещественными, как:

- Безреагентность — отсутствие надобности в дорогостоящих химических веществах.
- Избирательность — избирательность воздействия на различные фазы многофазной среды.

- Управляемость — оперативная контролируемость времени и интенсивности воздействия, скорости процесса и т.д. на основе обратной связи.
- Технологичность — безмашинность, малооперационность, возможность полной автоматизации.
- Легкость — гибкость, мобильность и «ювелирность» технологии.
- Тонкость — возможность воздействия на молекулярном уровне.
- Экологичность — бездефектность (обратимость последствия) для геологической среды, малая деструктивность для окружающей среды, комфортность производства.
- Экономичность — как правило, меньшая стоимость и трудозатратность [5].

Для технологии ДАВ необходимо оборудование, принципиально отличающиеся от распространенных комплексов АВ, предназначенных только для разовых обработок скважины (ОПЗ) с обязательным привлечением геофизической партии. В 2012 году был зарегистрирован Патент «Способ Акустического воздействия на нефтяной пласт и устройство для его осуществления». Авторы: Жуланов И.Н., Савин Е.В., Гуляев П.Н.

Изобретение относится к нефтепромысловому оборудованию для интенсификации или восстановления добычи нефти с помощью звукового и ультразвукового воздействия на нефтяной пласт. Используется для обработки как прискважинной зоны, так и

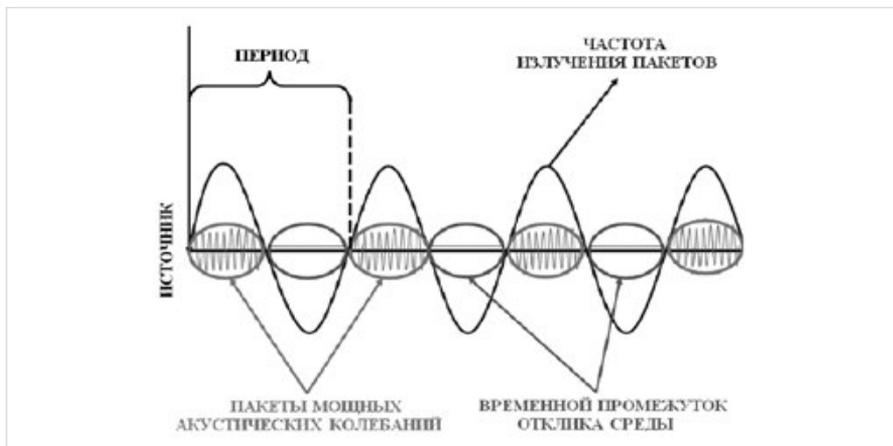


Рис. 3 — Комбинированное (низко- и высокочастотное) акустическое воздействие

* — значение удалено из текста статьи по требованию Заказчика.

существенно удаленной от скважины части продуктивного пласта. Предлагаемый способ — разночастотное импульсное воздействие.

Сущность изобретения: воздействуют на обрабатываемый пласт акустическими колебаниями, полученными комбинацией двух разночастотных колебаний, в том числе, либо сверхнизких (25 Гц) и звуковых (из диапазона 5–12кГц), либо сверхнизких (50 Гц) и ультразвуковых (из диапазона 15–25 кГц) колебаний. Пульсирующее акустическое поле в зависимости от выбора содержит как сверхнизкочастотные (25 или 50 Гц), так и высокочастотные (например, 8 или 20 кГц) колебания. За счет низкочастотных составляющих обеспечивается значительная дальность воздействия, а за счет ВЧ-составляющих — эффективное разрушающее воздействие на молекулярные связи, препятствующие продвижению нефти к скважине [10]. Только созданные на основе данного изобретения аппаратные комплексы АВ обладают кратно большим рабочим ресурсом и могут быть использованы для технологии ДАВ.

Представленный в статье материал подтверждает, что технология «Технология добычи высоковязкой нефти с использованием Долговременного Акустического Воздействия (ДАВ)» является современной, перспективной, высокоэффективной. Она может применяться в широком диапазоне геолого-технологических условий промысловых объектов. Данная технология бездефектна для пласта и скважины и экологически чиста. В отличие от разового АВ, обладает длительным (до 1 года и более) и существенным эффектом.

Работоспособность, надежность и эффективность технологии ДАВ доказана проведенными опытно-промышленными работами в низкодебитных скважинах Шумовского месторождения. Все работы, проведенные на данный момент по технологии ДАВ, оказались успешными с эффективностью не менее 350% по нефти. Последствие применения технологии в скважине № XX, продолжалось более полутора лет.

В настоящее время на территории Пермского края в производственном режиме ведутся работы по технологии ДАВ на 6 скважинах Шумовского месторождения и в режиме трехлетней Программы

опытно-промышленных работ на Этышском месторождении (2 скважины). Используется аппаратура КарСар Пласт — комплексное оборудование, имеющее возможность совмещения с аппаратурой теплового воздействия (ТЭН, термохимическим, индукционным нагревателями и т.д.). Планируется создание управляемого аппаратного комплекса, позволяющего регистрировать геофизические параметры и передавать их центр управления (удаленный мониторинг).

Анализируя проведенные исследования, можно сделать следующий вывод: своевременное проведение технологии ДАВ на месторождениях со сложными геолого-физическими условиями позволит существенно отдалить снижение проницаемости коллекторов в процессе их эксплуатации и увеличить нефтеотдачу повысив, тем самым, рентабельность разработки нефтяных месторождений.

Итоги

Ведущиеся более 5 лет опытно-промышленные работы на территории Пермского края позволили создать серийно выпускаемый аппаратный комплекс ДАВ-2007, по сути являющийся частью глубинного насосного оборудования. Отработать технологию Долговременного Акустического Воздействия для добычи высоковязкой нефти. Подтверждена работоспособность, надежность и эффективность данной технологии. Работы оказались успешными с эффективностью не менее 350% по нефти. Работы продолжают на скважинах Шумовского и Этышского месторождений.

Выводы

Опыт работ по Долговременному Акустическому Воздействию в Пермском крае доказал перспективность применения данной технологии при добыче высоковязкой нефти.

Закончить статью хочется словами И. Шиллера «Утраченную минуту не может вернуть даже сама вечность».

Список используемой литературы

1. Гуляев П.Н., Петухова Е.П. Долговременное Акустическое Воздействие для интенсификации добычи высоковязкой нефти

- // Oil&Gas Journal Russia. 2010. С. 33–36.
2. Дрягин В.В. Исследование динамики вызванной акустической эмиссии для оценки характера насыщенности коллектора // Каротажник. 2002. №98. С. 25–32.
 3. Дрягин В.В., Кузнецов О.Л. Технология обнаружения и извлечения углеводородов на основе их реакции на волновое воздействие // Технологии ТЭК. 2003. № 5. С. 35–38.
 4. Дрягин В.В., Кузнецов О.Л., Стародубцев А.А., Рок В.Е. Поиск углеводородов на основе исследования, вызванного сейсмоакустической эмиссии в скважинах // Акустический журнал. 2005. том 51 (приложение). С. 66–73.
 5. Зыков В.А. Техногеофизика: феноменологический анализ, принципы, контуры экспериментально-теоретических оснований и новых технологий. Екатеринбург: Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей, 1999. С. 97–100.
 6. Кузнецов О.Л., Симкин Э.М., Чилингар Дж. Физические основы вибрационного и акустического воздействия на нефтяные пласты. М.: Мир, 2001. 260 с.
 7. Лагойда Д.В., Попов С.В., Савич А.Д., Шумилов А.В. Исследование добывающих скважин по технологии предварительного спуска геофизических приборов под глубинный насос // Горное эхо. 2005. №2. Режим доступа: <http://www.mi-perm.ru/ge2-05/ge2-05-13.htm>
 8. Максимов А.Г., Радченко А.В. Моделирование интенсификации нефтедобычи при акустическом воздействии на пласт из скважины // Техническая акустика. 2003. №10. Режим доступа: <http://ejta.org/ru/maksimov1>
 9. Митрофанов В.П., Дзюбенко А.И., Нечаева Н.Ю., Дрягин В.В. Результаты промысловых испытаний акустического воздействия на призабойную зону пласта // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 1998. №10. С. 36–41.
 10. Патент №2456442. Способ акустического воздействия на нефтяной пласт и устройство для его осуществления, приоритет от 29.03.2010, кл. Е 21 В 43/25, 28/00.

ENGLISH

OIL PRODUCTION

High viscosity oil production technology with long-term effects of sound

UDC 622.276 + 550.3

Authors:

Pavel N. Gulyaev — head of innovative technologies¹; pgulyaev@pitc.ru

Elena V. Sosnina — geophysicist of department of innovative technologies¹; esosnina@pitc.pnsh.ru

¹PITC Geofizika, Perm, Russian Federation

Abstract

The long-term impact of acoustic (LIA) on the borehole space allows with minimal cost and disruption to the underground formation to restore flow properties of the reservoir. Duration of the LIA during the overhaul period of the well. Performance, reliability and efficiency of the technology supported by the results of pilot projects in low debit wells Shumovskoe heavy oil deposits - fold increase oil flow rates, significantly increasing fluid conductivity and remote areas of formation, reduced

water content, time-effect up to 1.5 years.

Materials and methods

The long-term impact of acoustic.

Results

Ongoing for over 5 years pilot operations in the Perm region allowed to create and develop technology Long term acoustic action. Confirmed by the performance, reliability and efficiency of the technology. The works have been successful with the efficiency of not less than 350% for oil.

Work continues on the wells Shumovskoe and Etyshskoe deposits.

Conclusions

Experience working on the long-acoustic effect in the Perm region showed promising application of this technology in the extraction of heavy oil.

Keywords

production of heavy oil, long-term acoustic impact, LIA

References

- Gulyaev P.N., Petukhova E.P. *Dolgovremennoe Akusticheskoe Vozdeystvie dlya intensifikatsii dobychi vysokovyazkoy nefiti* [The long-term impact of acoustic for enhanced recovery of heavy oil]. *Oil&Gas Journal Russia*, 2010, pp. 33–36.
- Dryagin V.V. *Issledovanie dinamiki vyzvannoy akusticheskoy emissii dlya otsenki kharaktera nasyshchennosti kollektora* [Study of the dynamics caused by the acoustic emission to assess the nature reservoir saturation]. *Karotazhnik*, 2002, issue 98, pp. 25–32.
- Dryagin V.V., Kuznetsov O.L. *Tekhnologiya obnaruzheniya i izvlecheniya uglevodorodov na osnove ikh reaktsii na volnovoe vozdeystvie* [Detection technology and extraction of hydrocarbons on the basis of their reaction to the wave action]. *Tekhnologii TEK*, 2003, issue 5, pp. 35–38.
- Dryagin V.V., Kuznetsov O.L., Starodubtsev A.A., Rok V.E. *Poisk uglevodorodov na osnove issledovaniya, vyzvannogo seismoakusticheskoy emissii v skvazhinakh* [Search based on a study of hydrocarbons caused by seismic acoustic emission in wells]. *Akusticheskij zhurnal*, 2005, Vol. 51 (application), pp. 66–73.
- Zykov V.A. *Tekhnogeofizika: fenomenologicheskij analiz, printsipy, kontury eksperimental'no-teoreticheskikh osnovaniy i novykh tekhnologiy* [Tehnogeofizika: phenomenological analysis, principles, outlines the experimental-theoretical foundations and new technologies]. Ekaterinburg: Voprosy teorii i praktiki geologicheskoy interpretatsii gravitatsionnykh, magnitnykh i elektricheskikh poley, 1999, pp. 97–100.
- Kuznetsov O.L., Simkin E.M., Chilingar G. *Fizicheskie osnovy vibratsionnogo i akusticheskogo vozdeystviya na neftyanye plasty* [Physical basis of the vibration and acoustic impact on the oil reservoir]. Moscow: Mir, 2001, 260 p.
- Lagoyda D.V., Popov S.V., Savich A.D., Shumilov A.V. *Issledovanie dobyvayushchikh skvazhin po tekhnologii predvaritel'nogo spuska geofizicheskikh priborov pod glubinnyy nasos* [The study on the technology of producing wells prior descent geophysical instruments for well pump]. *Gornoe echo*, 2005, issue 2. Available at: <http://www.mi-perm.ru/ge2-05/ge2-05-13.htm>
- Maksimov A.G., Radchenko A.V. *Modelirovanie intensifikatsii neftedobychi pri akusticheskoy vozdeystvii na plast iz skvazhiny* [Modeling intensifying oil production for acoustic stimulation of wells]. *Tekhnicheskaya akustika*, 2003, issue 10. Available at: <http://ejta.org/ru/maksimov1>.
- Mitrofanov V.P., Dzyubenko A.I., Nechaeva N.Yu., Dryagin V.V. *Rezultaty promyslovyykh ispytaniy akusticheskogo vozdeystviya na prizaboynuyu zonu plasta* [The results of field tests of the acoustic treatment of the bottomhole formation zone]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy*, 1998, issue 10, pp. 36–41.
- Patent №2456442. *Sposob akusticheskogo vozdeystviya na neftyanoy plast i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya* [The method of acoustic impact on the oil reservoir and the device for its implementation]. Priority from 29.03.2010, kl. E 21 V 43/25, 28/00.

20-я международная специализированная выставка

НЕФТЬ ГАЗ

НЕФТЕХИМИЯ

В РАМКАХ ТАТАРСТАНСКОГО НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОГО ФОРУМА

Организатор:

ОАО «Казанская ярмарка»

При поддержке:

Президента Республики Татарстан

Правительства Республики Татарстан

При содействии и участии ОАО «ТАТНЕФТЬ»

4-6

сентября, Казань-2013

Выставочный центр "Казанская ярмарка"

Россия, 420059, Казань,

Оренбургский тракт, 8

т./ф.: (843) 570-51-14, 570-51-11

e-mail: d2@expokazan.ru

www.oilexpo.ru, www.expokazan.ru

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ISO - 9001



КАЗАНСКАЯ
ЯРМАРКА



16+

www.oilexpo.ru